

〔原著〕 松本歯学 9 : 204~211, 1983

key words : filling treatment - cavity - dental examination - dental caries

模型歯における充填処置の標準化について
(1) マイクロコンピュータによる窩洞外形の
長さ及び面積の測定法とスケッチ窩洞での評価

近藤 武, 笠原 香, 大島尚久, 中根 卓, 樋口寿英

松本歯科大学 口腔衛生学教室 (主任 近藤 武 教授)

永沢 栄

松本歯科大学 理工学教室 (主任 高橋 重雄 教授)

Standarization of Filling Treatment in Artificial Teeth
(1) Measurement of surrounding length and area by microcomputer
and evaluation of the sketched cavities

TAKESHI KONDO, KAORU KASAHARA, NAOHISA OHSHIMA,
TAKASHI NAKANE and HISAHIDE HIGUCHI

Department of Community Dentistry, Matsumoto Dental College
(Chief : Prof. T. Kondo)

SAKAE NAGASAWA

Department of Dental Technology, Matsumoto Dental College
(Chief : Prof. S. Takahashi)

Summary

During the dental examination, many filled teeth were always found in the patients. Their forms were completely different. There are many causes for this difference, but the main cause was considered to be dependent upon the dentist's planning for the area of extension for the prevention against dental caries.

With the expectation that this decision depends primarily on experience and knowledge in operative dentistry, reseach was carried out. As one method, 205 dental school students were requested to sketch one cavity respectively and these sketches were examined by the authors. Because there is no objective criteria for good cavities, this time the authors tried to judge them by comparing the length of the circumference and area of the cavities on 205 pictures.

As a result, the cavities were quite different in their length and area. In order to agree, 11 points were settled on the teeth before the cavities were drawn. Thus, the authors could get a good agreement of the length of the circumference and area of the cavities drawn.

ま え が き

本論文の要旨は第9回(昭和54年12月1日), 第14回(昭和57年6月12日)松本歯科大学学会に発表した。(1983年11月15日受理)

口腔診査を行なっていると齲蝕処置として多くの充填歯がみられるが, それらの充填物外形は

各々異っており、1つとして同一の物はないといつて過言ではない¹⁾。これらの充填物を嵌合する窩洞は種々の条件をみたしていなければならない。これらの条件のうち窩洞外形（窩縁）の設定の良否は修復の予後に大きく影響を及ぼすため慎重に設定されなければならないとされている。そして窩洞外形は次の2点によって決定される。先ず上げられるのは、欠損の位置及び範囲であり、齲蝕がどこに存在しているか、またどの程度の大きさなのかによって窩洞外形はおのずから決まってくる。

次いで上げられるのは予防拡大であるが、齲蝕の再発を予防する目的で齲蝕罹患部に連結する健康硬組織を削除し、比較的齲蝕に罹患しにくいところまで窩洞外形を拡大することである。その範囲は自浄作用の範囲、不潔域の範囲と深い関係をもっており、患者の齲蝕への感受性の程度を考慮して行なわなければならない。

その他修復材料すなわち金箔、アマルガム、メタルインレーといったように、それぞれの材料の理工学的特徴により窩洞外形が異ってくる。以上のような3点により窩洞外形は決定されてくるが、口腔診査で観察される充填物の外形については先に述べたように種々雑多であり、これらにはなかなか技術上の基本的原則の一致を見い出せないのが現状である。しかし窩洞外形の差異が生じる原因のうち欠損の範囲と修復材料の種類による外形の差異については術者すなわち歯科医の主観が関与する割合は少ないように思われる。

従って術者の主観が関与するものとしては、歯科医の予防拡大の範囲決定と技能の差になると考えられる。そして術者の予防拡大の範囲決定の要因としては学生時代教育、卒業後の臨床経験が上げられる。これらの要因が本当に窩洞外形決定の大きな要因である予防拡大範囲決定にどれくらい関与しているかを追求することにした。また術者の技能についてはその差が生れない紙上での窩洞スケッチという方法を行なうことにより無視できるとし、残された予防拡大の範囲の個人的差異を見い出すことにした。この個人的差異の客観的評価は歯牙切削訓練で一部なされてきたが、これまで研究されることはほとんどなかった²⁾。従って今回はスケッチされた窩洞外形の長さ及び外形がかこむ面積を測定することによ

て、その長さ及び面積の大きさを比較することにより評価を行なうことにした。このためにマイクロコンピュータを使用してできるだけ平易にそれらを測定する装置の開発を行なった。

実験方法及び対象

1. 機器（図1）

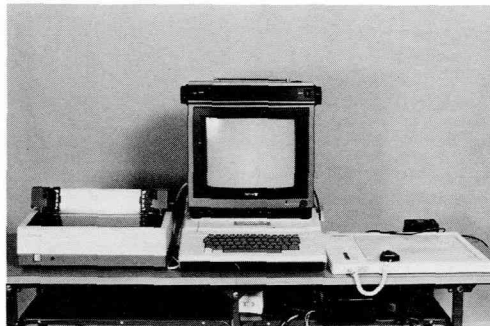


図1：窩洞外形の長さ、面積の測定機器

- 1) 計測用機器：マイクロコンピュータApple II plusにDigitizer HIPAD™を接続した。
- 2) モニター：SONY トリニトロンカラーテレビを使用した。
- 3) 記録装置：EPSON TP80E ターミナルプリンターを使用した。
- 4) BASIC プログラムの入力：SANYO-MODEL220カセットテープレコーダーを使用した。

2. 操作方法

BASIC プログラムをカセットテープによりマイクロコンピュータに入力し、作動可能な状態にし規定の図形を描いた用紙をDigitizer上に固定した。次にカーソルのスイッチを押し図形線上の任意の一点を出発点として図形線上を一度トレースすることによりマイクロコンピュータで面積、長さが演算されモニター及びプリンターにその結果がプリントアウトされるようにした。これに要する時間は約1分間であった。

3. 規定した計測用図形

1) 外周及び面積の既知の図形

- (1) 一辺が50 mm の正方形
- (2) 直径が50 mm の円
- (3) 一辺が60 mm の正三角形

2) 面積及び外周の未知の図形（図2）

図2の如く10倍大上顎左側第1大臼歯の外形線

に任意の一級インレー窩洞外形を5種類(A~E)描いたものを用いた。

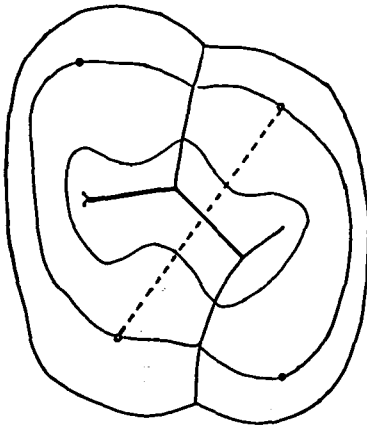


図2：上顎左側第1大臼歯咬合面上の窩洞スケッチ例

4. 対象

歯科保存学の講義で窩洞の条件などを理解するとともに、プラスチック製模型歯で窩洞形成、充填処置を行なうなどの保存学実習が既に修了した歯学部5年生(専門課程3年生)205名を術者としてその評価を行なうことにした。

実験結果

1. 外形の長さ及び面積の既知の図形での測定の正確度及び精度(表1, 2)

マイクロコンピュータによる長さ及び面積測定の正確度及び精度をみるために、外形の長さ及び面積の既知の図形について実際に測定を行ない測定結果の信頼性を確認することにした。測定は正方形、円、正三角形の3種類について、各々12回ずつ測定を行ないその平均値を実測値として計算値と比較した。結果は表1~2に示すようになった。

1) 長さ：既知の正方形(200 mm)、円形(157 mm)、正三角形(180 mm)について測定を行なった。12回の平均実測値と計算値を比較すると、そ

表1：各図形外周の計算値と実測値の比較

	計算値	実測値	S. D.	Range
正方形	200	204	1.6	6
円	157	162	1.4	5
三角形	180	187	2.4	9

(単位：mm)

表2：各図形面積の計算値と実測値の比較

	計算値	実測値	S. D.	Range
正方形	2,500	2,497	10	33
円	1,963	1,953	5	16
三角形	1,559	1,566	11	38

(単位：mm²)

の差は計算値の2.0%, 3.2%, 3.9%であった。これらの結果から正確度(偏り)は5%以下であった。またそれぞれの標準偏差は1.6 mm, 1.4 mm, 2.4 mmとバラツキも小さく再現性もよい結果がえられた。3つの図形を比較してみると、最も良い結果がえられたのは正方形であった。

2) 面積：正方形(2,500 mm²)、円(1,963 mm²)、正三角形(1,559 mm²)について測定を行なった。12回の平均実測値と計算値を比較すると、その差は計算値の0.12%, 0.51%, 0.19%であった。これらの結果から正確度(偏り)は1%以下であった。それぞれの標準偏差についてみると10 mm², 5 mm², 11 mm²とバラツキも小さく再現性も良い結果がえられた。3つの図形を比較してみると、最も良い結果がえられたのは正方形であった。測定方法の上からは面積の方が外周よりも正確度及び精度でも優れていることが明らかとなった。

2. 外形の長さ及び面積の未知の図形での測定精度(表3, 4)

図2に示すような上顎左側第1大臼歯の咬合面に一級窩洞を任意にそれぞれ異なった5種類を描きそれぞれについて測定を行なった。

1) 長さ：A~Eの5種類について11~13回測定

表3：各窩洞外形の平均外周

窩洞 No	n	\bar{x}	S. D.	Range
A	11	227	1.3	4
B	11	227	2.1	7
C	12	207	2.8	10
D	12	215	1.7	5
E	13	217	2.5	8

(単位：mm)

表4：各窩洞外形の平均面積

窩洞 No	n	\bar{x}	S. D.	Range
A	11	1,914	9	29
B	11	1,454	11	35
C	12	867	12	32
D	12	1,687	14	52
E	13	1,416	18	67

(単位：mm²)

を行なったが、標準偏差1.3 mm~2.8 mm レンズは4 mm~10 mmと小さく平均した再現性がえられた。またこれらの標準偏差、レンズともに既知の図形の結果と同様であった。

2) 面積: 面積についても外周と同様に行なったが、標準偏差は9 mm²~18 mm² レンズは29 mm²~67 mm²と小さく平均した再現性がえられた。またこれらの標準偏差、レンズともに既知の図形の結果と同様であった。従ってこれらの結果により十分な精度すなわち再現性がえられたとした。

3. スケッチ窩洞の外形の長さや面積(図3~8)

対象者205名について上顎左側第1大臼歯咬合面にこれまでの保存学の知識により単純1級窩洞(中央窩と遠心舌側溝を含む)を描くことにした。条件としては欠損の位置及び範囲としては小窩裂溝に局限した齲蝕病巣で咬合面1級単純窩洞のメタルインレーで修復可能なものとした。次で咬合面に4点(A~D)を規定しこの位置を通る外形を描かせることにした。その後規定点を増加して11点(A~K)として同様の外形を描かせて比較検討することにした。そして長さ、面積について $\bar{x} + 3\sigma$ (99.73%)に含まれる最小、最大例を比較することにした。

1) 任意(規定点なし)での外形(図3~4): 先ず一切の規定を行なわない任意での外形では長さの平均値は211 mmであり、その標準偏差は25.4 mm、最大値は289 mm、最小値は99 mmとその範囲は大きくレンズは190 mmであった。また面積については平均値は1,272 mm²であり最大値2,501 mm²、最小値は386 mm²でレンズは2,115 mm²であり最大値と最小値では約6倍の差が生じた。このように大差のため長さについては $\bar{x} \pm 3\sigma$ に含まれる者で最大例と最小例を比較してみると図3のようになった。長さでの最小例は実線のように長さ154 mmであり、これに対して最大例は281 mmであり修復材料の点からみると金箔窩洞に似ていた。また面積についてみると最小例は長さの最小例と同様であり386 mm²であった。これに対して最大例は2,292 mm²でありアマルガム窩洞に類似していた。

2) 4点を定めた外形(図5~6): A~Dの4点(近心の窩洞外縁の位置、斜走隆線の横断位置(2ヶ所)、遠心の窩洞外縁の位置)を定めこれらの点を通る外形にすると、外周の平均値は212 mm

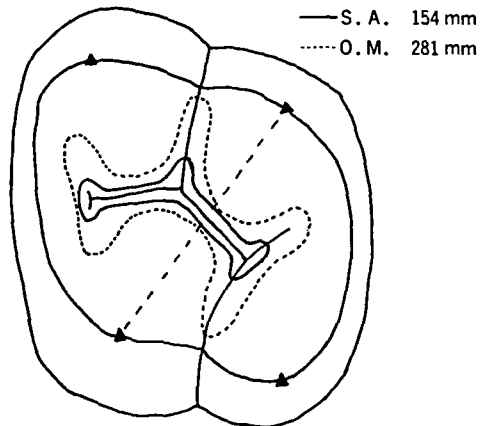


図3: 外形の長さでの最小、最大例(規定点なし)

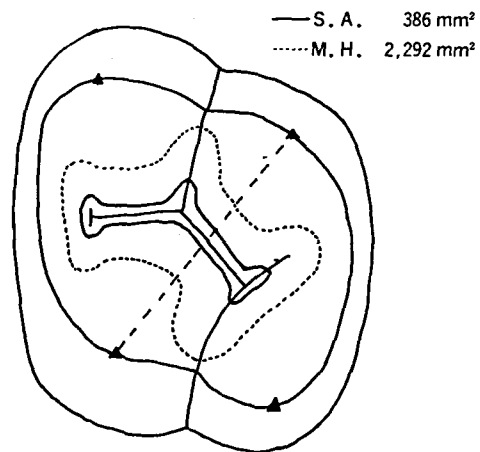


図4: 面積での最小、最大例(規定点なし)

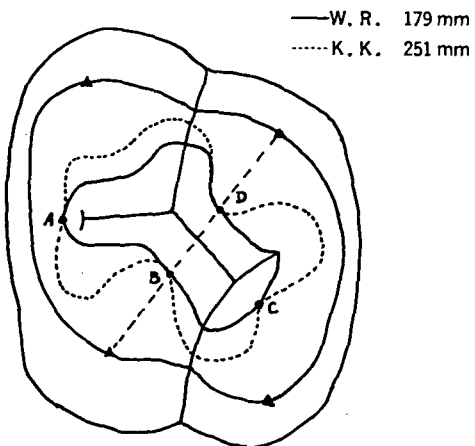


図5: 外形の長さでの最小、最大例(規定点4)

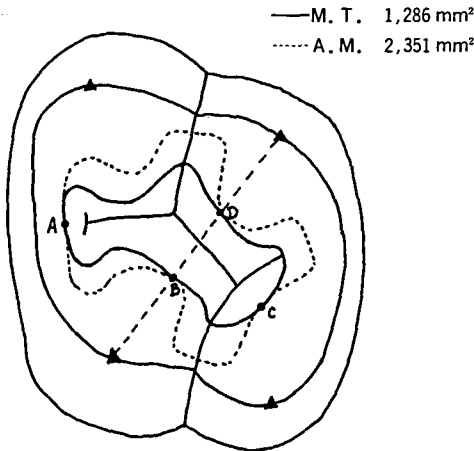


図6：面積での最小，最大例（規定点4）

であった。この値は先の値とはほぼ同様であるが標準偏差は15.5 mmと減少しレンジは119 mmになっている。また面積については1,825 mm²でやや大きく標準偏差は200 mm²に減少している。4点を規定した結果と比較すると長さでは最小例は179 mm，最大例で251 mmであった。規定点を定めたことによって、外形は不自然になってしまった。また面積についても同様の結果がえられた。しかしレンジは依然と大であるのでそのため規定点を増加させることにした。

3) 11点を定めた外形(図7～8)：11点(A～K)を定めた長さの平均値は199 mmであり先の結果と差はないが標準偏差は5.3 mmと著しく減少しレンジも31 mmとなった。また面積についても平均値は1,724 mm²で標準偏差も59 mm²，レンジ459 mm²と最小になった。これらの結果から規定点を11に増加させることによって一定の結果をえることができた。長さについて最小例と最大例を比較すると図7のようにはほぼ一致した結果がえられた。また面積についても図8のように同様の結果がえられた。そして同一の窩洞外形を描かせるという目的は11点を規定することによって、ようやく達成することが出来た。

4. 規定点数と長さ，面積の関係(表5)

規定点数と長さ及び面積についてそれぞれ平均値，その標準偏差，最小値，最大値との関係についてみると，表5に示すように長さについてはその平均値は199 mm～211 mmであり規定点数とは関係なかった。しかし標準偏差についてみると

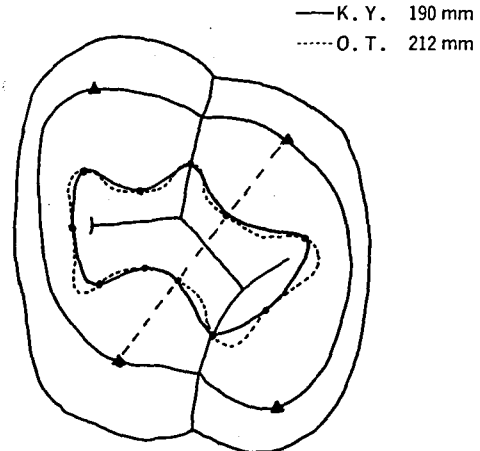


図7：外形の長さでの最小，最大例（規定点11）

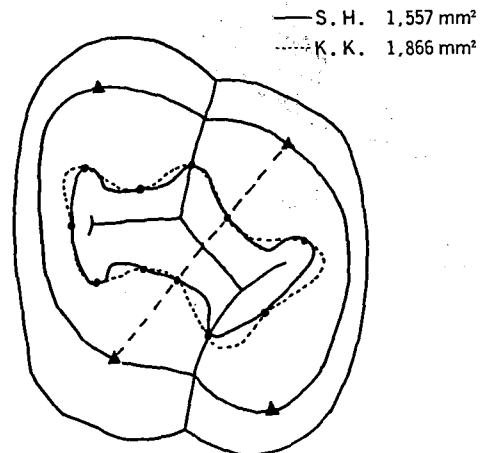


図8：面積での最小，最大例（規定点11）

規定点なしでは25.4 mmと大であったが，規定点の増加は標準偏差値の減少になっており11点を規定すると5.3 mmになった。また最小値は規定点の増加とともに大きくなっている。次いで面積についてみると，平均値は規定点なしでは1,272 mm²と小さかったが点数の増加とともに大きくなった。しかし標準偏差値は減少している。また最小値は規定点数の増加とともに大きくなり最大値は減少しておりその差は小さくなっている。

5. 長さと面積の関係(図9～11)

任意(規定点なし)の外形について長さとの関係についてみると，相関係数は0.64になっており，外周の増加とともに面積も増加しており比例関係がえられた。また4点を定めた外形につい

表5：規定点数による外周及び面積の変動

規定点数	外 周 (mm)				面 積 (mm ²)			
	\bar{x}	s. d.	min.	max.	\bar{x}	s. d.	min.	max.
0	211	25.4	99	289	1,272	350	386	2,501
4	212	15.5	161	262	1,825	200	1,286	2,664
11	199	5.3	190	217	1,724	59	1,557	1,866

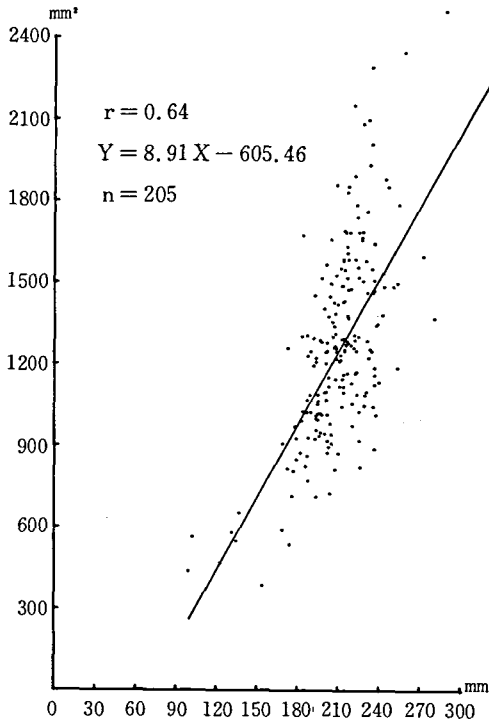


図9：外形の長さとの面積の関係（規定点なし）

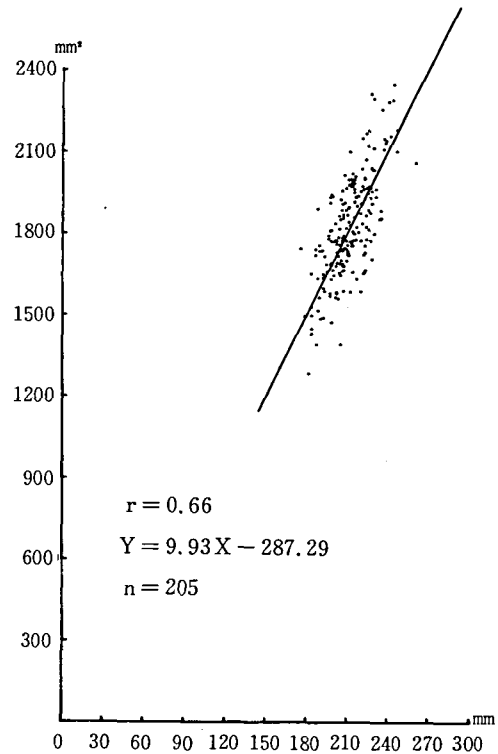


図10：外形の長さとの面積の関係（規定点4）

でも相関関係は0.66で前者とほぼ同様であったが、外周についてのレンジは小さく例外は少なくなっている。そして11点を定めた外形についてみると、相関係数は0.37であり相関はみられなかった。そして外形も面積もほぼ一致しておりかたまった位置をしめていた。

考 察

1. マイクロコンピュータによる長さ、面積測定 の正確度と精度（再現性）

測定の原理としてはDigitizer上で図形の形に
そって、その外形線をトレースすることにより、
コンピューター内にその位置（座標）を記憶させ
ることによって計算される。例えばA～Bまでの

長さについては座標 $A(X_i, Y_i)$, $B(X_{i+1}, Y_{i+1})$
とすると $\sqrt{(X_{i+1}-X_i)^2 + (Y_{i+1}-Y_i)^2}$ で求める
ことができる。

既知の図形のうちでは正方形が最も正確であつたのは例えば縦線の場合 $(Y_{i+1}-Y_i)$ といった変化がないため、一定の座標をえやすいことによると思われる。正確度（偏り）は外周の場合に5%以内、面積で0.1%以内であり窩洞の測定には十分な正確度と精度がえられた。またこの測定に要する時間も1例あたり約1分であることから多数の例でも短時間且つ平易に測定が可能となった。

2. スケッチ窩洞の意義

一般に歯科保存学実習における充填実習では直接抜去歯または模型歯により行なわれている。し

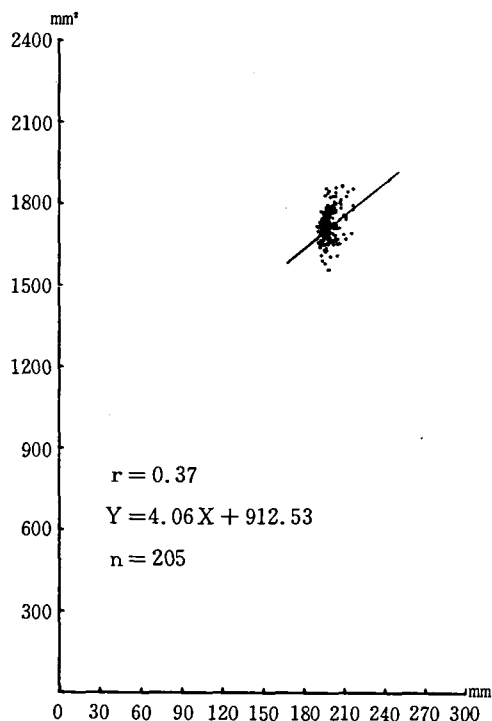


図11：外形の長さとの面積の関係（規定点11）

しかし窩洞の条件についてみると、その理解度は学生間で差があることは試験結果などから明らかであるので結果も実習結果に差が生じるであろう。そのため平面である紙上での窩洞外形のスケッチを行なわせることにより、その差をみることにした。

その結果ほとんどの窩洞は小窩裂溝を含むという基本では一致していたが、その形は大変ことになっていた。実験の前に欠損の範囲、充填材料を指示しての結果であるから、同一病巣に対しては同一療法が行なわれるというのが、客観的療法であるからそれに必要な窩洞はほぼ一致したものでなければならない。しかし図3～4に示すように外形また面積の面からみても最大例と最小例では非常に異なっている。このことは技能的に差のないスケッチという方法の過程で既に窩洞外形についての認識が個人的に大きく異なっていることをあらわしたことになる。これらのことから、模型実習の前にスケッチでの窩洞外形についての認識を統一することが必要に思われる。

3. 規定点数と窩洞外形の評価について

最初に描かせた窩洞外形が変りにも変化に富んでいたもので、基準とする外形の起点となる近心辺縁、遠心辺縁、斜走隆線横断部（2ヶ所）の4点を指示することにより一定になるように試みた。この結果を長さ、面積について $\bar{x} + 3\sigma$ に含まれる例のうち最小例と最大例をみると又異なった結果がえられてしまった。そして規定点を増加していったが、11点になって、やっとほぼ一致をみることが出来るようになった。これらの過程から窩洞外形の長さ、面積の測定により妥当な外形がえられることから、これらの測定結果による評価が一応の水準を維持することが出来ると考えられる。またその評価について外形の長さとの面積を比較すると、窩洞が一定の大きさになってくると、両者の間に余り相関がなくなる。従って最終的には測定結果と従来通りの主観による評価をかみ合わせる必要があろう。しかし実習の目的が学生全員が同一の窩洞外形を形成することにあれば、外形の長さ及び面積により評価すれば目的は達成されることが明らかとなった。

4. 予防拡大の範囲決定

歯面の中には齲蝕にかかりやすい部分とかかりにくい部分があり、窩縁と修復物との接触線部は齲蝕再発の起点となりやすいので、このような点を考慮しなければならない。従ってその範囲は自浄作用の範囲、不潔域の範囲に深い関係をもっている。

その具体例として「小窩、裂溝は食物の停滞しやすい所であるから、齲窩を開拓して窩洞が小窩、裂溝の一部にかかった場合には、その連接するすべての小窩裂溝を窩洞の中に含め、すべての辺縁を仕上げ研磨の容易な自浄作用の行なわれる部位におかなければならない。」としている。咬合面窩洞の場合には基本的には上記のようでよいのであるが、実際には仕上げ研磨の容易な自浄部位とは、どの程度の窩洞の幅を持つことが必要かということになる。

この認識が初期齲蝕病巣があればある程個人的に異なってくる傾向がみられる。従って術者によって異なる範囲になりやすい初期齲蝕の処置よりも明らかに象牙質にまで病巣が拡大し、かつ歯髄を保存して充填処置が可能な中等度齲蝕症に治療の時期を決定する方が一定の外形を得ることが出来ると思われる。また予防拡大については患者

すなわち宿主因子を考慮しなければならないが、これについては全く異なった方法で行なわなければならないであろう。

ま と め

1. マイクロコンピュータを応用することにより、任意に描いた図形の外周、面積を平易かつ短時間（約一分間）で求めることが出来た。
2. 測定値の正確度（偏り）、精度（バラツキ）についてみると、外形の長さでは計算値の5%以下、また標準偏差は1~3 mmであった。面積については計算値の1%以下、標準偏差は5~11 mm²と外周より優れていた。
3. 上顎第1大臼歯咬合面上の任意の窩洞外形についての長さ、面積については標準偏差1.3 mm~2.8 mm、面積9 mm²~18 mm²であり、既知の測定結果とはほぼ同一の精度がえられた。
4. 対象者205名が描いた窩洞外形についてみると、規定点なしでは外形は種々雑多であり一致した結果はえられなかった。このため規定点を増加させて11点ではほぼ全員の一致をみた。

5. 窩洞外形の長さと面積との関係をみると平均値は199 mm~211 mmと規定点数と余り関係が生ぜず一定していた。また標準偏差、最大値、最小値の差は規定点数の増加とともに小さくなった。面積については平均値は1,272 mm²~1,825 mm²で外周と同様に規定点数の増加とともに標準偏差、最大値、最小値の差は小さくなった。

6. 窩洞外形の長さと面積の相関は規定点なし、また4点では0.64~0.66であったが、規定点11点では相関はみられなかった。

参 考 文 献

- 1) 近藤 武：第1大臼歯の齲蝕治療の問題点。日本歯科評論, No. 464, 69-76, 1981.
- 2) 篠原正気, 大野品蔵, 垣内英也, 西原 泰, 宮本 暁子, 中田孝子：多変量解析によるプログラム学習方法の評価。季刊 GP, No. 6, 29-48, 1978.
- 3) 原 学郎, 藤井弁次, 岩本次男, 河野 学, 加藤喜郎, 石川達也, 高橋一祐, 勝山 茂, 亀田 久, 片山伊九右衛門, 木村建一著：保存修復の基本マニュアル。18-19, 医歯薬, 東京, 1980.